

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-154821

(43)Date of publication of application : 02.07.1991

(51)Int.Cl.

G01C 21/08

G01C 21/00

(21)Application number : 01-294281

(22)Date of filing : 13.11.1989

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

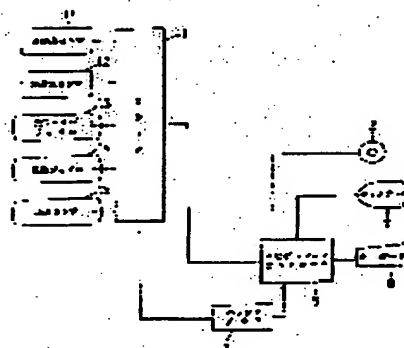
(72)Inventor : TENMOKU KENJI
SHIMIZU OSAMU
MITSUFUJI KUNHIKO

(54) PROCESSOR EARTH MAGNETISM SENSOR DATA

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability of the earth magnetism sensor data regarding a past actual travel by finding an azimuth radius from the distribution of the radius of an azimuth circle based upon the earth magnetism sensor data and a permissible range from the azimuth radius.

CONSTITUTION: The time-series output data of the earth magnetism sensor 12 which are gathered in the past are stored in a buffer memory 3. A locator 1 reads the data out to find a distance from the center point of the azimuth circle which is already found by the magnetism quantity correction processing of the earth magnetism sensor 12, further normalizes it to find the mean value of effective data and finds the radius of the azimuth circle, and multiplies the standard deviation of the distribution of the effective data by a constant number to obtain the permissible range of variance of data. Then the ratio that earth magnetism sensor data in a current cycle exceeds the permissible range from the mean value is obtained and evaluates whether or not the earth magnetism sensor is normal or not according to whether the ratio exceeds a specific value or not. Consequently, the reliability of the earth magnetism sensor data, the disorder of the earth magnetic field, or whether the earth magnetism sensor 12 itself is normal or abnormal can be decided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-154821

⑬ Int.Cl.⁹

G 01 C 21/08
21/00

識別記号

Z

庁内整理番号

6860-2F
6860-2F

⑭ 公開 平成3年(1991)7月2日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 地磁気センサデータの処理装置

⑯ 特 願 平1-294281

⑰ 出 願 平1(1989)11月13日

⑱ 発 明 者 天 目 健 二 大阪府大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
⑱ 発 明 者 清 水 修 大阪府大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
⑱ 発 明 者 三 藤 邦 彦 大阪府大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
⑲ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
⑳ 代 理 人 弁理士 亀井 弘勝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

地磁気センサデータの処理装置

2. 特許請求の範囲

1. 車両に距離センサ、地磁気センサ、相対方位センサを取り付け、距離センサから出力される走行距離データにより車両の走行距離を求めるとともに、地磁気センサと相対方位センサとから出力される方位データにより車両の方位を求めることにより車両位置を算出する車両位置検出装置において、

過去の実走行における多数の地磁気センサデータに基づき方位円半径の分布を求める第1の計算手段と、

方位円半径の分布から方位円半径の値を求める第2の計算手段と、

方位円半径の分布のばらつきから、方位円半径の許容範囲を求める第3の計算手段と、

走行中に収集される地磁気センサデータのうちその許容範囲に入るものの割合を求めることにより、地磁気センサデータの評価を行う地磁気センサ判定手段とを有することを特徴とする地磁気センサデータの処理装置。

2. 第1の計算手段により求められた方位円半径の分布中において、標準的な値から大きく離れたデータは予め除外する第4の計算手段をさらに有することを特徴とする請求項1記載の地磁気センサデータの処理装置。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は地磁気センサデータの処理装置に関し、さらに詳細に言えば、絶対方位センサとしての地磁気センサ、および相対方位センサを使用して車両の方位を検出し、距離センサから求めた走行距離データと合わせて車両の現在位置を検出する車両位置検出装置において用いられる地磁気センサ

データの処理装置に関するものである。

<従来の技術>

従来から、道路交通網の任意の箇所を走行している車両の位置を検出する方式として、距離センサと、1つの方位センサ(絶対方位センサ、または相対方位センサ)と、両センサからの出力信号に必要な処理を施す処理装置とを具備し、車両の走行に伴って生ずる距離変化量 Δl 、および方位 θ を推算しながら車両の現在位置データを得る推測航法(Dead Reckoning)が提案されている。この方式は、 Δl および θ に基づいて、例えば Δl の東西方向成分 Δx ($-\Delta l \times \cos \theta$)および南北方向成分 Δy ($-\Delta l \times \sin \theta$)を算出し、従前の位置データ(P_x , P_y)に対して上記各成分 Δx 、 Δy を加算することにより、現在の位置データ(P_x , P_y)を求める方式であるが、距離センサ、および方位センサが必然的に有している誤差が走行継続に伴って累積され、得られる現在位置データに含まれる誤差が累積されてしまうという欠点がある。

壁のある高速道路通過時等に大きく現れ、この場合、データに大きな誤差が含まれることになる。

したがって、このような磁界の乱れを含んだ地磁気センサデータを的確に検出して排除しなければ、正しい方位を求めることができない。

そこで、地磁気センサの出力データの変動を許容する許容範囲を設定し、今回のデータが前回求めたデータを基準とした許容範囲に入らない場合、そのデータをエラーとして扱い、所定のデータ例えば過去数回のデータの平均値に置き換えることにより、地磁気センサの出力データの信頼性を高める方式が提案されている(特開昭63-11808号公報参照)。

<発明が解決しようとする課題>

ところが、上記の地磁気センサデータの処理方式では、「許容範囲」というものが予め固定されている。そのため、走行地域や温度条件により地磁気の変動幅が異なっていて方位円の半径に地域や温度固有の変動がある場合であっても「許容範囲」が画一的なために、地磁気センサデータの信

そこで、方位センサとして、相対方位センサと、地磁気を検出して車両の絶対方位を知る地磁気センサとの2つの方位センサを利用し、両方のデータを使って方位検出の精度を上げる位置検出装置が考えられている。

しかし、地磁気センサは微弱な地球磁界の強さを検出するものであり、そのデータには誤差が伴う。その誤差の発生原因には、(1)車体の着磁によるものと、(2)走行中の磁界の乱れによるものがある。

前者(1)の対策としては、車両を周囲させて地磁気センサの初期化をすることにより、方位円の中心値を補正し着磁の影響を取り込んでしまう方法(特開昭57-28208号公報参照)や、走行中の車体着磁を自動的に検出し、その着磁補正も、特別な走行をせず運転者が意識することなく自動的に処理する方法(特開平1-98920号公報参照)が知られている。

後者(2)の走行中の磁界の乱れは、特に、踏切通過時、電力ケーブル埋設場所、鉄橋通過時、防音

壁性が不当に評価されてしまうという問題がある。また、例えば走行地域や温度による地磁気の変動が異なっていない場合でも、上記「許容範囲」は車両固有の値であるため、簡単な初期設定ではどうも正しい値を求めることができず、やはり地磁気センサデータの信頼性が不当に評価されてしまうという問題がある。

そこで、本発明は、上記方位円半径の変動や初期設定誤差に係わらず、地磁気センサの出力データを正しく評価し、車両の位置検出を正確に行うことができる、言わば学習機能を有する地磁気センサデータの処理装置を提供することを目的とする。

<課題を解決するための手段、および作用>

上記の目的を達成するための請求項1記載の地磁気センサデータの処理装置は、過去の実走行における多数の地磁気センサデータに基づき方位円半径の分布を求める第1の計算手段と、方位円半径の分布から方位円半径の値を求める第2の計算手段と、方位円半径の分布のばらつきから、地磁

気センサデータの方位円半径からの許容範囲を求める第3の計算手段と、走行中に収集される地磁気センサデータのうちその許容範囲に入るものの割合を求めることにより、地磁気センサデータの評価を行う地磁気センサ判定手段とを有するものである。

上記第2の計算手段により求める方位円半径の値は、方位円半径の分布の平均値であってもよく、ピーク値であってもよい。

第3の計算手段により求める方位円半径からの許容範囲は、方位円半径の分布の標準偏差 σ であってもよく、また標準偏差 σ に関連して算出される一定の値であってもよい。

過去の実走行における多数の地磁気センサデータとは、過去の一定走行時間、一定走行距離において収集されたデータでもよく、過去に収集されたすべてのデータでもよい。

上記の構成の地磁気センサデータの処理装置によれば、過去の実走行における多数の地磁気センサデータに基づき方位円半径、方位円半径からの

許容範囲を求めることができ、走行中に収集される地磁気センサデータのうちその許容範囲に入るものの割合を求めることにより、地磁気センサのデータが信頼できるかどうか、あるいは、地球磁界に乱れがあったかどうか、地磁気センサ自体が正常か異常か等を判定することができる。

また、請求項2記載の地磁気センサデータの処理装置は、方位円半径の分布データにおいて、標準的な値から大きく離れたデータを予め除外する第4の計算手段を付加しているのも、突発的な原因で不良データが収集された場合であっても、そのデータを除外することができ、データの信頼性を保持することができる。

<実施例>

以下の実施例では、地磁気センサ等を使用して車両の位置を検出する車両位置検出装置および車両位置検出手順を説明するとともに、この車両位置検出手順中において、地磁気センサをチェックする本発明の地磁気センサデータの処理装置を具体的に説明する。

第1図は車両位置検出装置の一実施例を示すブロック図であり、

- ・左右両輪の回転数を検出する車輪速センサ11
(この車輪速センサ11は距離センサと相対方位センサを共用している)。
- ・地磁気センサ12、
- ・道路地図データを格納した道路地図メモリ2、
- ・車輪速センサ11、地磁気センサ12により検出されたデータに基づいて車両の推定位置を算出するとともに、車両の推定位置データをバッファメモリ3に格納するロケータ1、
- ・当該検出した車両現在位置を地図に重ねてディスプレイ7に表示させるとともに、キーボード8とのインターフェイスをとるナビゲーションコントローラ5

とから構成されている。

さらに詳細に説明すると、上記ロケータ1は、例えば、車輪速センサ11からの出力パルス信号の数をカウンタでカウントすることにより左右の車輪の回転数を得、カウンタから出力されるカウ

ントデータに対して、乗算器により1カウント当たりの距離を示す所定の定数を乗算することにより単位時間当たりの走行距離データを算出するとともに、左右両輪のパルス数の差に基づいて方位の相対変化を求めこれと絶対方位を示す地磁気センサ12のデータとから車両の方位データを算出するものである。

なお、車輪速センサ11に代えて、回転角速度を干渉光の位相変化として読み取る光ファイバジャイロ13、あるいはピエゾエレクトリック素子の片持ちばり振動技術を利用して角速度を検出する振動ジャイロ14等を利用するものであってもよい。ただし、これらの場合には、距離センサとして別途車速センサ15が必要である。

上記道路地図メモリ2は、所定範囲にわたる道路地図データが予め格納されているものであり、半導体メモリ、カセットテープ、CD-ROM、ICメモリ、DAT等が使用可能である。

上記ディスプレイ7はCRT、液晶表示器等を使用して、車両走行中の道路地図と車両位置とを

表示するものである。

上記ナビゲーション・コントローラ5は、図形処理プロセッサ、画像処理メモリ等から構成され、ディスプレイ7上における地図の検索、縮尺切り替え、スクロール、車両の現在位置の表示等を行わせる。

上記の構成の装置による車両位置検出手順について説明する。車両走行中は、上記ロケータ1に取り込んだ各センサデータに基づいて車両の位置をディスプレイ7上に地図とともに表示しているが、その表示中も一定時間ごとの割り込みにより各センサのデータを取り込み、車両位置を更新するようにしている。この割り込み時の車両位置検出フローを第2図に示す。なお、この割り込みは、車両の走行距離データを基にして求まる一定の走行距離ごとに行ってもよい。上記割り込みを行う一定時間または一定走行距離（以下、いずれの場合でも「周期」という）の値は、使用される相対方位センサの種類や、地磁気センサの性能等により適宜設定される。

さらに、この D_n を D_o で除算することにより正規化する。 D_o は、標準的な地磁気の強さでの地磁気センサデータの中心点 X_o, Y_o からの距離を表わすものであり、初期設定されたものである。以下、 D_o で正規化された量を改めて D_n と表わすことにする。

このようにして求めた D_n の分布を第1表に示す。同表では、多数求まった D_n のうち、0.20以下の D_n の数が27個、0.20～0.25の D_n の数が24個、0.25～0.30の D_n の数が26個、…という具合に表示されている。 D_n の数が最も多かったのは0.90～0.95の場合の37207回である。（以下余白）

まず、ステップ①において、上記周期における地磁気センサ12の時系列出力データのばらつきを検出して、本発明の方法により地磁気センサ12をチェックする。このチェック方法について詳細に説明する。

過去に集められた十分に長い走行時間、または走行距離における地磁気センサ12の時系列出力データ X_n, Y_n を、バッファメモリ3に蓄えておき、それらのデータを読み出し、次の式①に基づいて方位円の中心点 X_o, Y_o からの距離 D_n を求める。なお、方位円の中心点 X_o, Y_o は、地磁気センサの着磁量補正処理において既に求まっているものである。したがって、着磁補正中でないかぎり、現割り込み時点での方位円の真の中心点は、前回の着磁量補正処理で求められた方位円の中心点と一致すると考えられる。したがって、以下、上記蓄えられた地磁気センサデータは着磁量補正中でない場合のデータを対象とし、方位円の中心点の位置の誤差は無視して説明を進めていく。

$$D_n = \sqrt{(X_n - X_o)^2 + (Y_n - Y_o)^2} \quad \text{①}$$

第1表

データ	回数	データ	回数
0.20以下	27	0.95～1.00	19330
0.20～0.25	24	1.00～1.05	7464
0.25～0.30	26	1.05～1.10	3044
0.30～0.35	40	1.10～1.15	1473
0.35～0.40	75	1.15～1.20	784
0.40～0.45	116	1.20～1.25	415
0.45～0.50	210	1.25～1.30	306
0.50～0.55	359	1.30～1.35	184
0.55～0.60	413	1.35～1.40	116
0.60～0.65	817	1.40～1.45	82
0.65～0.70	1246	1.45～1.50	41
0.70～0.75	2208	1.50～1.55	50
0.75～0.80	4412	1.55～1.60	38
0.80～0.85	10761	1.60～1.65	24
0.85～0.90	28869	1.65～1.70	31
0.90～0.95	37207	1.70以上	122

上記データのうち、例えば標準値1.00から

例えば50%以上離れたデータは除去する。この理由は、標準値から大きく離れたデータは測定の実験によるもので、地磁気センサのチェックの基礎とすることはできないからである。したがって、0.50から1.50までの値をとるデータが有効ということになる。勿論、上記50%という数字はこれに限られるものではなく、例えば、 D_n の分布の標準偏差 σ の所定倍($a\sigma$; a は実数)よりも離れたデータのみを除外するようにしてもよい。

これらの有効なデータ D_n から平均値 D_m を求めると0.962となり、これが方位円の半径となる。また、 D_n の分布の標準偏差 σ は0.096となる。この σ 、あるいは σ を定数倍したもの(例えば2 σ や3 σ)をデータのばらつきの許容範囲 ΔD とおく。

なお、上記 D_m 、 ΔD の算出は、上記のように十分に長い走行時間または走行距離ごとに求めてもよいが、各周期ごとに過去のデータを平滑して微調整してもよい。

タCはステップ⑩以下の手順で用いる)。そして、上記の方法で求めた車両の方位データと、走行距離データとから車両の現在(現周期)の推定位置を求める(ステップ⑦)。勿論この時に道路地図データと比較し、道路地図データとの相関度を評価して車両の推定位置を補正し、車両の現在位置を道路上に設定するマップマッチング方式を採用してもよい(例えば特開昭63-148115号公報参照)。

ステップ②またはステップ④において、No.の判断が出れば、ステップ④以下の手順に入る。まず、ステップ⑧では、地磁気センサ12の方位データは使用しないこととし、ステップ⑨において上記カウンタ k を1だけインクリメントする。ステップ⑩では、現在、地磁気センサ12が着磁量補正中であるかどうか判定する。着磁量補正処理は、地磁気センサ12が車体着磁の影響を受けている場合(車体着磁の影響を受けているかどうかの判断は例えば走行中における地磁気センサデータの異常の発見、マップマッチング処理による踏

次に、ステップ②において、現周期における地磁気センサデータ D_n が平均値 D_m から許容範囲 ΔD を超えた割合、すなわち、 $|D_n - D_m| > \Delta D$ となる割合を求め、この割合が所定値を超えたかどうかで地磁気センサデータが正常かどうかの評価を行う。なお、現周期の地磁気センサデータ D_n が全て上式を満たしていることを正常であることの条件としてもよい。

データが正常であれば、次に相対方位センサとの相対チェックを行う。すなわち、地磁気センサ12の方位データ θ_n と相対方位センサ11、13または14に基づく方位データ

$$\theta_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^t \theta dt$$

と比較し(ステップ③)、 θ_{i-1} は前周期の推定方位値)、ほぼ一致していれば(ステップ④)両方のデータに基づき車両の方位を算出する(ステップ⑤)。この算出に当たっては、両方のデータに所定の重みを付けて平均値をとることにより行う。さらに、カウンタ k およびカウンタ C をリセットしておく(ステップ⑥、カウンタ k およびカウン

切の通過検出等に基づき行われる。)、車体着磁の影響を相殺するために自動的に行われる処理であり、その手順は、例えば特開平1-98920号公報に詳述されている。ステップ⑩において着磁量補正中と判断されれば、ステップ⑨に移り、前周期の方位推定値 θ_{i-1} と、相対方位センサ11、13または14の旋回データ $\Delta\theta$ から現在の方位を求める($\theta_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^t \theta dt$)。すなわち、地磁気センサ12のデータを全く使用せず、相対方位センサ11、13または14のデータのみで頼った方位推定を行う。着磁量補正中でなければ、ステップ⑩に移り、上記カウンタ k の値を調べる。所定値 k_0 よりも少なければ、ステップ⑨に移る。つまり、カウンタ k が所定値 k_0 になるまでは、相対方位センサ11、13または14のデータのみで頼った方位推定を続ける。この所定値 k_0 は、相対方位センサ11、13または14のデータのみで頼った方位検出を繰り返しても誤差が大きく累積しないような回数に設定される。すなわち、所定値 k_0 を非常に大きな値に設定すると、相対

方位センサ11, 13または14のデータのみ信頼した方位推定が何回も繰り返されることになり、方位誤差が累積して車両位置検出に悪影響を与えるので、所定値 k_0 を適当な値に押さえることにより、方位誤差の累積の影響が現れないようにしておくのである。ステップ⑭では、地磁気センサデータをチェックして、地磁気センサの信頼性が回復しているかどうか調べる。地磁気センサデータは、次のようなとき信頼性が回復していると考えられる。例えば、

- (1) 前述したステップ①で行ったのと同様の方法により、方位円中心から測定した地磁気センサデータ D_0 のばらつきが、許容範囲 ΔD 以内に収まったとき、
- (2) 直線を走る場合、地磁気センサデータのばらつきが許容範囲内に収まったとき、
- (3) 上記(1)と(2)との論理積、
- (4) 交差点での右左折時に、一定旋回角度以上のカーブを走行したとき、カーブ走行前後の相対方位センサによる角度増分と地磁気センサデータによ

判断可能である。現在、直線走行中でないなら、ステップ⑭で $C=0$ とおき、ステップ⑮の手順を実行する。直線走行中であれば、ステップ⑮においてカウンタ C を1だけインクリメントし、ステップ⑯においてカウンタ C が所定値 C_0 に達したかどうかを調べる。この所定値 C_0 は、直線走行が続き、地磁気センサデータの平均値をとるのに十分なデータ数を集めることができる値に設定される。カウンタ C が所定値 C_0 に達しない間は、ステップ⑮の手順を続ける。カウンタ C が所定値 C_0 に達すれば、ステップ⑯において地磁気センサデータの平均をとり、ステップ⑰においてこの平均値を現在(現割り込み周期)の車両の方位と推定する。すなわち、今まで求めていた車両の方位をリセットし、上記磁気センサデータの平均値で置き換える。そして、ステップ⑯において $k=0$, $C=0$ とおき、ステップ⑦に戻って車両の現周期の位置検出を行う。

以上、実施例に基づいて本発明の車両位置検出装置を説明してきたが、本発明は上記実施例に限

る角度増分とがほぼ一致したとき、等である。上記(1)~(4)のいずれかが満たされた場合、ステップ⑮において地磁気センサデータの信頼性が回復しているとみなし、ステップ⑯に進む。信頼性が回復していなければ、ステップ⑮の手順を実行する。なお、ステップ⑮において(1)~(4)の全てが満たされた場合信頼性ありと判断してもよいし、(1)~(4)のうち任意の3つ、2つ、または1つを選んで、当該3つ、2つ、または1つの項目のみに基づいて判断してもよい。

ステップ⑮~⑯では、回復された地磁気センサデータの取り込みを行う。この実施例では、取り込む地磁気センサデータは、直線道路を走行中のものに限ることにした。というのは、直線道路を走行中の場合、地磁気センサデータはほぼ一定値をとるので、平均をとるという簡単な処理で正確な地磁気センサデータを求めることができるからである。なお、直線道路を走行中かどうかの判断は、比較的短い周期の判断でよく、相対方位センサ11, 13または14の出力データにより十分

るものではない。例えば、上記実施例の、第2図ステップ①の地磁気センサのチェック手順では、データ D_0 を、標準的な地磁気の強さの下での方位円の半径 D_0 で除算することにより正規化した D_0 と D_0 との差 D_0 を求めこの差 D_0 に基づいて平均値や標準偏差を求める処理を行ってもよい。

また上記実施例では、データ D_0 の平均値 D_0 を求め、これを方位円の半径としたが、その代わりにデータ D_0 が最大頻度で現れるピーク値 D_0 を求め、これを方位円の半径としてもよい。

さらに、上記実施例では、データ D_0 の平均値 D_0 が標準値1.00と異なっている、何ら補正処理はしなかったが、平均値 D_0 またはピーク値 D_0 が標準値1.00と異なった場合、強制的に標準値1.00にあわせるために、地磁気センサのコイルに接続された増幅器のゲインを自動調節する補正処理を行ってもよい。

その他本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々の設計変更を施すことが可能である。

< 発明の効果 >

以上のように、本発明の地磁気センサデータの処理装置によれば、過去の実走行に係る地磁気センサデータに基づく方位円半径の分布から、方位円半径と方位円半径からの許容範囲を求め、地磁気センサデータがその許容範囲に入る割合を求めることにより地磁気センサの検査を自動的に行うこととしたので、初期設定された方位円の半径にずれがある場合でも、あるいは走行地域や温度条件に固有のずれがある場合でも、当該ずれに係わらず、地磁気センサの検査を自動的に精度よく行うことができる。また、地磁気センサの変化による方位検出精度の低下を未然に防ぐことができる。その結果として、車両の位置検出精度を向上させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は車両位置検出装置のハードウェアの一構成例を示すブロック図である。

第2図は車両位置検出手順およびその手順中に含まれる地磁気センサデータの処理装置を示すフ

ローチャートである。

1…ロケータ、3…バッファメモリ、

12…地磁気センサ

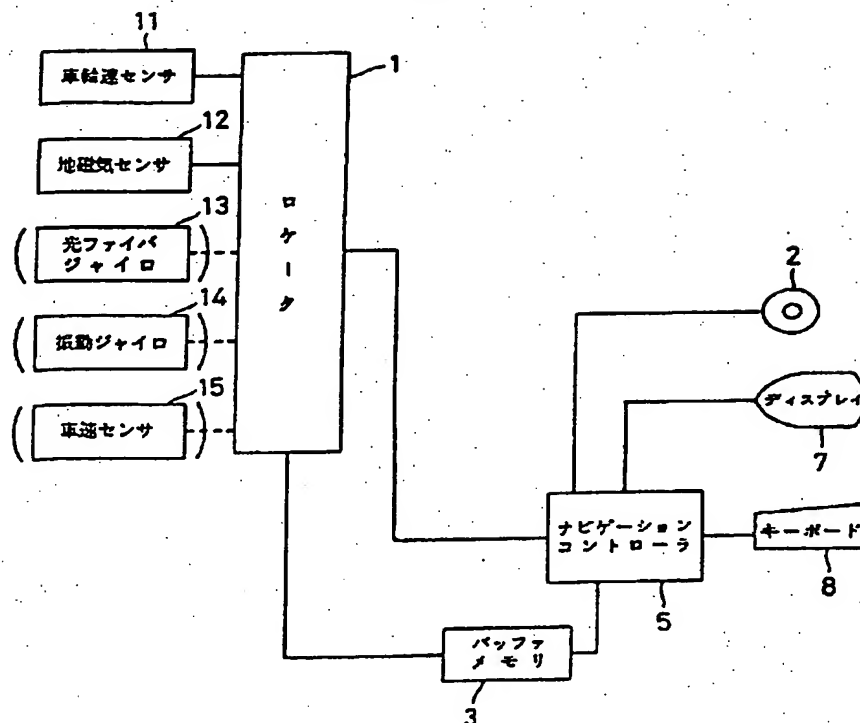
特許出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 亀井弘勝

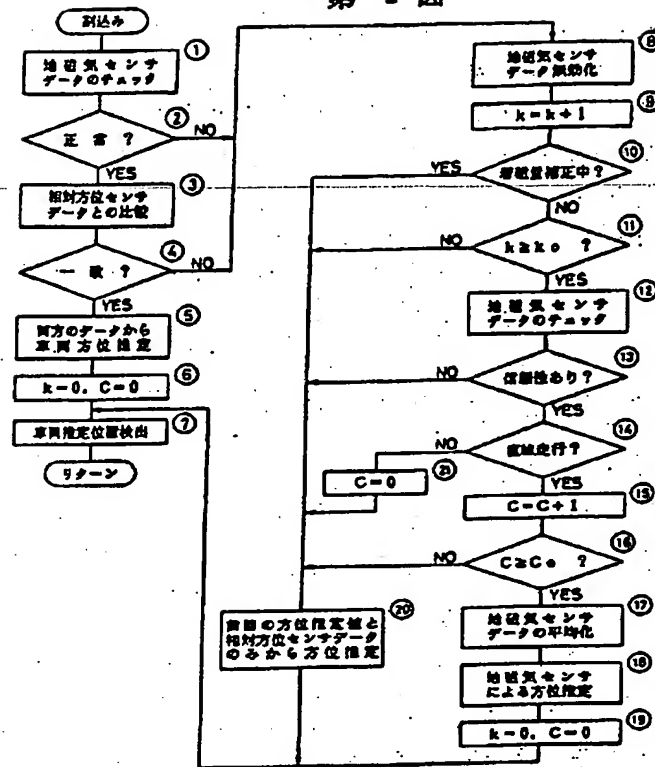
(ほか1名)



第1図



第 2 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.